

## **Entdecken lernen im Schülerforschungszentrum Mathematik mit digitalen Werkzeugen**

Im Jahr 2016 entstand in Jena sowie in weiteren Thüringer Städten ein Schülerforschungszentrum (SFZ). Als außerschulisches Angebot im Bereich der Spitzen- und Breitenförderung soll es Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geben, ihren naturwissenschaftlichen Interessen nachzugehen. Ein Zweig des Jenaer SFZ richtet sein Hauptaugenmerk dabei auf Mathematik mit digitalen Werkzeugen. Das SFZ stellt die erste Umsetzung des Formates (Lehr-)Lern-Labor im Fachbereich Mathematik in Thüringen und damit auch eine Neuheit im Spektrum der regional angebotenen Fördermaßnahmen dar. Im Gegensatz zu anderen Lehr-Lern-Laboren, verfolgt das SFZ jedoch einen nachhaltigeren Ansatz und begleitet das entdeckende und forschende Lernen über einen längeren Zeitraum.

Die Förderung von mathematischem Interesse ist kein neues Thema. Vom Verein Wurzel e.V. zur Förderung von Mathematik an Schulen und Universitäten wird seit über 50 Jahren halbjährlich die Schülerakademie Mathematik (SAM) durchgeführt. Ziel dieser Veranstaltung ist es, mathematisch interessierten Thüringer Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit zu geben, sich in einem Ferienlager eine Woche lang über das Unterrichtsgeschehen hinaus mit Mathematik zu befassen und ihnen interessante mathematische Probleme vorzustellen, für die im regulären Lehrplan kein Platz ist.

Das Ziel meines Promotionsvorhabens ist die Charakterisierung des Förderkonzeptes des SFZ im Kontrast zur SAM. Dabei soll keine Wertung der einzelnen Fördermaßnahmen vorgenommen, sondern vorrangig qualitative Unterschiede untersucht werden. Die zentrale Fragestellung lautet: In welcher Weise bereichert das SFZ Mathematik mit digitalen Werkzeugen die regional bestehende Landschaft an Förderangeboten?

### **Methodik**

In einem qualitativen Forschungsansatz soll auf die Forschungsfrage differenziert eingegangen werden. Ausgehend vom theoretischen Rahmen des entdeckenden und forschenden Lernens werden Vergleichskriterien für die beiden genannten Maßnahmen entwickelt. Verschiedene Kriterien verlangen nach verschiedenen Methoden. Darum folgt die Untersuchung einem Mix-Method-Design, bzw. dem Konzept der Methodentriangulation. Durch die Kombination sowohl qualitativer als auch quantitativer Methoden ergibt sich ein vollständigeres Bild von komplexen Lehr-Lernsituationen. Der Vergleich wird anhand folgender Kriterien vorgenommen:

*Konzeption der Maßnahmen und Inhalte.* Beide Fördermaßnahmen unterscheiden sich in der Organisation (der Regelmäßigkeit, der Dauer und dem situativen Kontext). Dieses Vergleichskriterium liefert eine erste Charakterisierung. Daraus ergibt sich natürlich die Frage, ob sich aus unterschiedlichen Konzeptionen von SFZ und SAM Unterschiede in den übrigen Kriterien ergeben?

*Motivation, Interesse, Attributionsmuster der Teilnehmenden.* Neben emotionalen, kognitiven und sozialen Faktoren sind Motivation und Interesse für Lernerfolg essentiell. Den theoretischen Rahmen bilden hier Krapp (2005) sowie Wild, Hofer und Pekrun (2001). Nach der Attributionstheorie von Weiner (1972) haben Ursachenzuschreibungen zu Erfolgen und Misserfolgen einen Einfluss auf das Selbstkonzept und damit schlussendlich auch auf den Lernerfolg. Zum Einsatz kommt hier ein bereits validierter Fragebogen zu Selbstkonzept, Attribution und Interessen mit Vier-Punkt-Likertskalen (Benölken 2013). Hier sollen zum einen im Querschnitt SFZ und SAM verglichen werden, durch den Einsatz über insgesamt zwei Schuljahre hinweg bekommt die Untersuchung allerdings auch einen Längsschnittcharakter. In welchem Umfang kann die Motivation und das Interesse an Mathematik und Mathematikunterricht gesteigert werden? Beim entdeckenden und forschenden Lernen werden Fehler und der richtige Umgang damit als Teil des Lernprozesses verstanden. Resultiert aus einem veränderten Umgang mit Fehlern auch eine Änderung in den Attributionsmustern der Teilnehmenden?

*Bild der Teilnehmenden von Mathematik.* Der Begriff ‚Bild von Mathematik‘ wird hier wörtlich genommen und die Teilnehmenden beider Fördermaßnahmen gebeten, ihr Bild von Mathematik zu zeichnen. Das Zeichnen erlaubt es, vielleicht auch nur unterbewusst, Vorstellungen zum Ausdruck zu bringen, die nicht verbalisiert werden können.

Die Auswertung der Zeichnungen erfolgt durch die pädagogisch-ikonologischen Analyse von Schlüsselbildern nach Schulze (2013). Diese beinhaltet neben der Analyse des einzelnen Bildes auch eine komparative Interpretation im Vergleich mit anderen Schlüsselbildern, um so über die einzelnen Bilder hinaus zu einer Aussage über die Entwicklung mathematischer Vorstellungen treffen zu können. Dabei ist zum einen der Vergleich wiederkehrender Schlüsselfiguren und -motive zwischen Teilnehmenden der unterschiedlichen Maßnahmen interessant. Zum anderen aber auch Entwicklungslinien ein und desselben Kindes innerhalb einer Maßnahme über die Zeit.

Welche Vorstellungen von Mathematik bringen die Teilnehmer beider Maßnahmen mit? Entwickeln die Teilnehmer im Verlauf der Maßnahmen ein differenzierteres Bild von Mathematik? Verläuft diese Entwicklung im SFZ anders als in der SAM?

*Problemlösekompetenz der Teilnehmenden.* Der Kompetenzerwerb soll anhand ausgewählter Kompetenzen betrachtet werden. Dabei soll es um Problemlösekompetenzen und das mathematische Argumentieren gehen und der Frage nachgegangen werden, ob die Teilnahme an unterschiedlichen Fördermaßnahmen zu qualitativen Unterschieden hinsichtlich Problemlösestrategien und Argumentationsstruktur führt?

*Einstellungen der Lehrkräfte der Maßnahmen zur Mathematik.* Unsere Überzeugungen leiten unser Handeln. Die Vorstellungen und Überzeugungen der Lehrkräfte von immanenter Bedeutung für die Gestaltung von Lernumgebungen und den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler. Durch Experten-Interviews sollen die Einstellungen zu und Vorstellungen von Mathematik der Lehrkräfte beider Maßnahmen erfasst und verglichen werden. Im Hinblick auf entdeckendes und forschendes Lernen soll ein Augenmerk auf die persönliche Relevanz des Findens bzw. die des Beweisens von Vermutungen gelegt werden.

### **Entdecken lernen**

Im Folgenden soll der theoretische Rahmen des forschenden und entdeckenden Lernens beleuchtet werden. Der allem zugrunde liegende Lernbegriff ist ein konstruktivistischer und stützt sich auf das Modell des erfahrungsbasierten Lernens. Nach Dewey (1951) erfolgt Lernen durch aktive Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand/Sachverhalt und durch reflexive Auseinandersetzung mit den Erfahrungen, die an diesem gemacht werden.

Es gibt keine feste Definition von entdeckendem Lernen. Verschiedene Autoren besitzen verschiedene Betrachtungsweisen. Der hier benutzte Begriff des entdeckenden Lernens ist an die Vorstellung von Winter (1991) angelehnt. Dieser ist der Ansicht, dass sich entdeckendes Lernen dadurch auszeichnet, dass „Wissenserwerb, Erkenntnisfortschritt und die Ertüchtigung in Problemlösefähigkeiten nicht schon durch Informationen von außen geschieht, sondern durch eigenes aktives Handeln unter Rekurs auf die schon vorhandene kognitive Struktur“ (Winter 1991, S. 2) erfolgt. Hinsichtlich der Auffassung von Winter (1991) kann entdeckendes Lernen in der Regel nicht aus dem Nichts, sondern nur mit Anregung durch Impulse gelingen.

Wenn Mathematik mit digitalen Werkzeugen betrieben wird, kann Entdecken auf zwei Ebenen stattfinden. Zum einen auf der mathematischen Ebene, zum anderen auf der Werkzeugebene. Das Entdecken auf mathematischer Ebene soll durch Impuls-Versuche initiiert werden. Durch explorative Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand sollen die Schülerinnen und Schüler dazu angeregt werden, eigene Fragestellungen zu entwickeln. Es wird also versucht, über das Entdecken eine Brücke zum Forschen zu schlagen.

Auf der Werkzeugebene wird durch ein Trial-and-Error-Vorgehen während der Nutzbarmachung digitaler Medien als Werkzeug und der instrumentellen Genese (theoretischer Rahmen: Task-Technique-Theory-Theorie von Kieran & Drijvers, 2006) das Entdecken an sich gelernt.

Im Folgenden soll ein Beispiel gegeben werden, wie im SFZ versucht wird beide oben genannten Ebenen zu verbinden. Unter anderem wird mit Robotern der Marke LEGO MIDSTORMS® gearbeitet. Die Roboter sind in der Lage, Zufallszahlen zu generieren, was es ermöglicht, den Roboter durch entsprechendes Programmieren als Münze oder Würfel zu verwenden. Jetzt stellt sich allerdings die Frage, wie zufällig der Roboter wirklich ist? Kann er mit einer echten Münze/einem echten Würfel mithalten? Wie könnte man das überprüfen? Wie schlägt sich eine ausgedachte Zahlenfolge im Vergleich zum Roboter oder der echten Münze/dem echten Würfel? Lassen sich auch ohne Roboter oder Münze zufällige Zahlenfolgen erzeugen? Dies sind Beispielfragen, denen man forschend nachgehen kann. Natürlich kann nicht jeder Bereich der Mathematik damit entdeckt bzw. erforscht werden, doch gibt es mitunter Ansatzpunkte um das motivationale Potenzial der Roboter zu nutzen.

## Literatur

- Benölken, R. (2013). Geschlechtsspezifische Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen. Forschungsergebnisse und praktische Konsequenzen. *mathematica didactica*, 36, S. 66-96.
- Dewey, J. (1951). *Wie wir denken. Eine Untersuchung über die Beziehung des reflektiven Denkens zum Prozess der Erziehung.* Morgarten-Verlag.
- Kieran, C. & Drijvers, P. (2006). The Co-Emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: a study of cas use in secondary school algebra. In *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11, S. 205-263.
- Krapp, A. (2005). Psychologische Bedürfnisse und Interesse. Theoretische Überlegungen und praktische Schlussfolgerungen. In R. Vollmeyer & J. Brunstein (Hrsg.) *Motivationspsychologie und ihre Anwendungen.* (S. 23-38). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schulze, T. (2013). Bildinterpretation in der Erziehungswissenschaft. Im Gedenken an Klaus Mollenhauer. In B. Friebertshäuser, A. Langer & A. Prengel (Hrsg.) *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft.* 4. Auflage. (S. 529-546). Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Weiner, B. (1972). *Theories of Motivation: From Mechanism to Cognition.* Chicago: Markham Publishing Company.
- Wild, E., Hofer, M. & Pekrun, R. (2001). Psychologie des Lernens. In A. Krapp & B. Eidenmann (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (pp. 207-270). Weinheim: PVU.
- Winter, H. (1991). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht: Einblicke in die Ideengeschichte und ihre Bedeutung für die Pädagogik.* 2.Auflage. Braunschweig: Vieweg.